

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10293166 A

(43) Date of publication of application: 04.11.98

(51) Int. Cl

G01R 33/10
G06F 17/50
// G01R 29/08

(21) Application number: 09100049

(22) Date of filing: 17.04.97

(71) Applicant: HITACHI LTD

(72) Inventor: IDE KAZUMASA
MIYATA KENJI
TAKAHASHI KAZUHIKO
TAKAHASHI MIYOSHI

(54) METHOD FOR PROCESSING ANALYTICAL
RESULT

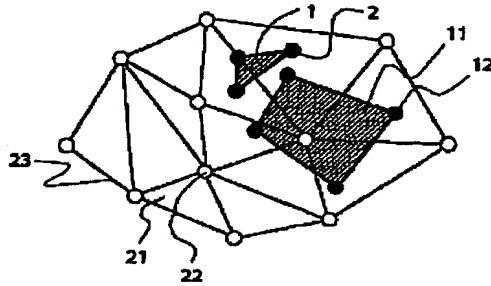
and calculation time.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To output an integrated value of an arbitrary region without executing an analysis again by including a point which does not match with any element being employed for numerical analysis in a region where a numerical solution is integrated.

SOLUTION: When a numerical solution obtained as a result of numerical analysis, e.g. analysis of electromagnetic field, is integrated in a desired region, calculation of integrated value is executed while including at least one point which does not match with any element being employed for numerical analysis. In this regard, a region for obtaining the integrated value can be defined even if it is not matched with any element 21 being employed for analysis, e.g. a region 1 or 11, for the element 21 and a node 22 forming the vertex of the element 21. Since correlation is not required between the geometry of a region requesting output of integrated value and the geometry of an element defined for numerical calculation, useless retry of element division or numerical calculation is eliminated resulting in the saving of calculation cost



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-293166

(43)公開日 平成10年(1998)11月4日

(51)Int.Cl.
G 0 1 R 33/10
G 0 6 F 17/50
// G 0 1 R 29/08

識別記号

F I
G 0 1 R 33/10
29/08
G 0 6 F 15/60

Z

6 1 2 H

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全4頁)

(21)出願番号 特願平9-100049

(22)出願日 平成9年(1997)4月17日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 井出 一正

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 宮田 健治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 高橋 和彦

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 解析結果の処理方法

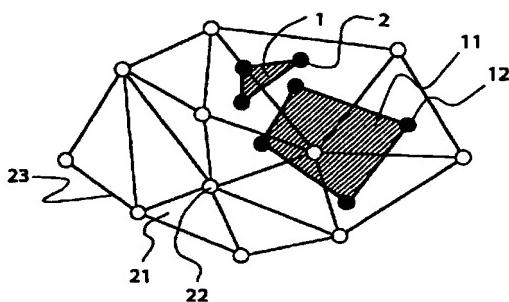
(57)【要約】

【課題】本発明は、領域を細分して領域偏微分方程式の数値解析を再実行した後の後処理で、任意の領域の積分値を出力する方法を提供することを目的とする。

【解決手段】数値解析結果として得られる数値解を所望の積分領域1で積分処理する場合において、前記積分領域1の幾何形状が、数値解析に用いるための少なくとも1個以上の任意の要素21或いは要素を形成する面21の集合体によって形成されるいずれの幾何形状とも一致しない領域に対して、積分値の計算を実行して出力できるようにする。

【効果】上記実施例によれば、積分値出力要求領域の幾何形状と、数値計算のために領域を細分して定義した要素の幾何形状の間に、何ら相関がなくてもよいので、無用な要素分割のやり直しや、数値解析のやり直しをなくすことができ、計算費用、計算時間を節約できる効果がある。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁界解析に用いる解析領域の要素分割を行う前処理工程と、該前処理工程で作成した要素分割を用いて磁界解析を行う解析工程と、該解析工程で得られた解析結果の出力処理領域を設定し、該解析結果の出力処理を行う後処理工程とを有することを特徴とする解析結果の処理方法。

【請求項2】請求項1に記載の前記後処理工程において、該解析結果として得られる数値解を特定の領域で積分処理するときの領域の幾何学形状が、数値解析に用いるための少なくとも1個以上の任意の要素或いは要素を形成する面の集合体によって形成されるいずれの幾何学形状とも一致しない領域に対して、前記積分領域の積分値の計算を実行して出力することを特徴とする解析結果の処理方法。

【請求項3】請求項1に記載の前記後処理工程において、該解析結果として得られる数値解を特定の領域で積分処理するときの該領域が、数値解析に用いるための要素の何れとも一致しない点を少なくとも1つ以上含むことを特徴とした解析結果の処理方法。

【請求項4】請求項1に記載の前記後処理工程において、該解析結果として得られる数値解を特定の領域で積分処理するときの該領域の輪郭を形成する辺群が、数値解析に用いるための節点の何れとも一致しない辺を少なくとも1つ以上含むことを特徴とした解析結果の処理方法。

【請求項5】請求項1に記載の前記後処理工程において、該解析結果として得られる数値解を特定の領域で積分処理するときの該領域の輪郭を形成する辺群が、数値解析に用いるための辺要素の何れとも一致しない辺を少なくとも1つ以上含むことを特徴とした解析結果の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は解析結果の処理方法に係わり、特に、磁界解析等の、解析する領域を細分化して数値計算を行って得られた結果を処理する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の領域偏微分方程式の数値解析においては、例えば電磁界解析を例にとると、「中田著、電気工学の有限要素法(第2版)、1986年、森北出版」などに述べられているように、解析する領域を細分し、比較的単純な関数形で近似することによって、磁気ベクトルポテンシャルと渦電流密度を未知数として電磁界の基礎方程式を数値的に解く方法が採られている。これによって、所望の領域の電磁界分布が計算できることになる。

【0003】このような、電磁界のような場の数値計算結果を出力処理する場合、磁気ベクトルポテンシャルや

渦電流密度のような密度としての計算量を、特定の領域内で積分処理を施し、前記特定領域内の磁束の総量や、渦電流の総量などとして出力処理する場合がある。

【0004】一般に、このような数値解析として得られる密度としての計算結果を、所望の積分値にする手順を、図3に二次元解析の例で説明する。まず、数値解析自身について説明すると、解析する領域を要素と呼ばれる特定の幾何形状に細分し、その幾何形状の頂点に節点を配置して比較的単純な関数形で近似することによつ

て、例えば磁気ベクトルポテンシャルと渦電流密度を未知数として電磁界の基礎方程式を数値的に解く。図示の領域1あるいは11での磁束や渦電流の総量は、密度としての数値解である磁気ベクトルポテンシャルや渦電流を用いて、当該領域内の積分値を計算することによって計算できる。このとき、積分領域1のように、予め解析の前処理の要素分割の時点で、解析に用いる要素と一致させるか、或いは、積分領域11のように、このような要素を複数個集めて形成される領域と一致させるかして、解析が終了した後の後処理で、特定の領域の積分値を出力する方法が採られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、特定の領域での磁束や渦電流の積分値を出力させたいときに、予め、特定の領域と一致する要素を配置させるか、或いは特定の領域を複数の要素の集合体となるように、領域を細分化しなければならず、解析が終了した時点で、要素や要素の集合体と一致しない領域の積分値を得るために、要素分割を再度やり直した上で解析を再度実行し、積分値を計算しなければならないため、解析の前後処理の手間と、実質的な解析の回数が多くなるという問題があった。

【0006】本発明は、上述の点に鑑みなされたものであり、解析を再実行することなしに、任意の領域の積分値を出力する方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】電磁界解析などの数値解析結果として得られる数値解を所望の領域で積分処理するときの該領域の幾何学形状が、数値解析に用いるための少なくとも1個以上の任意の要素或いは要素を形成する面の集合体によって形成されるいずれの幾何学形状とも一致しない領域に対して、該積分領域の積分値の計算を実行して出力することによって、所期の目的を達成するようにしたものである。

【0008】このような数値解析結果の処理を行えば、積分値出力要求領域の幾何学形状と、数値計算のために領域を細分して定義した要素の幾何学形状の間に、何ら相関がなくてもよいので、無用な要素分割のやり直しや、数値解析のやり直しをなくすことができ、実質的な計算費用と計算時間が節約できる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

【0010】図1に本発明の一実施例を示す要素分割と出力処理要求範囲を示し、図2に本発明の実施例を説明する磁界解析と前後処理の流れを示す。なお、説明の都合上、本実施例では、数値解析として磁界解析を想定するが、本発明は、電界解析、構造解析、熱解析、流れ解析など、解析する領域を細分して数値計算を行い、密度としての数値解を得て、それを解析者が要求する任意の空間、或いは領域での積分値を得るまでの一貫した計算処理に対して、広く適用できるものである。また、図1では、解析領域を二次元的に考えたので、以下では二次元空間を例に述べるが、三次元空間で考えても同様に適用できる。

【0011】前後処理を含む解析の流れを説明する。まず、101で開始し、102は解析の前処理であり、解析に必要な解析領域を細分した要素分割を作成する。すなわち、複数の要素の頂点を形成する節点22を定義し、少なくとも2つ以上の節点22間を結んで、面状の要素21を作成することによって解析領域23を複数個の要素の集合体で表現する。103では、102で作成した要素分割を用いて、領域偏微分方程式を数値的に計算する。104と105は後処理の部分で、特に解析者が所望の領域で、103で得られた密度としての数値解を積分処理して出力する後処理を行う。すなわち、104では積分値を得ようとする領域を定義し、105において104で定義された領域の積分値を演算して出力する。このとき、解析に用いる要素が21および要素21の頂点を形成する節点が22であるのに対し、積分値を得ようとする領域は、例えば、斜線で示した領域1ある*30

$$\phi = \oint_C A \cdot dI$$

【0016】によって計算することができる。或いは磁束密度をBとし、特定の面状の領域の面Sの法線方向nとすれば、

$$\phi = \int_S B \cdot n dS$$

によって計算することもできる。

【0018】これらの計算を具体的に実行する場合、例えば、特定の面状の領域内の磁界が一様でない場合には、(数1)に基づき、特定の面状の領域の輪郭Cに沿って磁気ベクトルポテンシャルの線積分を実行するために、輪郭Cをいくつかの線要素に分割して、各線要素に関する線積分の総和をとればよいし、特定の面状の領域内の磁界がほぼ一様な場合には、(数2)に基づき、磁束密度を中心点で代表させ、領域の面の法線方向の磁束密度成分に領域の面積をかけなければならない。

【0019】このような磁束や、渦電流などの特定領域の積分値である物理量は、サーチコイルを巻いたときの出力電圧から実測できる磁束や、ロゴスキーコイルを巻いたときの出力電圧から実測できるものである。したが

*いは領域11のように解析に用いる要素21の何れとも一致していなくても定義できるようにする。したがって、領域1や領域11を形成する点の頂点2や頂点12のうち、少なくとも解析のために定義した節点22と、1つ以上は座標が一致しない点が含まれるか、或いは節点22と全て一致しなくてもよいようにする。次いで、106の手順において、一貫した計算処理が終了すれば、107で終了できる。更に処理を継続する場合は、積分値を得ようとする領域を変更するだけならば108から104に戻ればよいし、領域の変更のみで102に戻る必要はないが、必要に応じて計算精度を向上させるなどのために108から102に戻り、要素分割を再び行う選択もできる。

【0012】なお、このことは、数値解析結果として得られる数値解を任意の積分領域で積分処理するときの積分領域の輪郭を形成する点群が、数値解析に用いるための節点の何れとも一致しない点を少なくとも1つ以上含むことと等価であるし、積分領域の輪郭を形成する辺群が、数値解析に用いるための辺要素の何れとも一致しない辺を少なくとも1つ以上含むこととも等価である。

【0013】ここで、三次元解析の場合には、以上の説明における面状の要素21を、立体状の要素を形成する面と考えれば、全く等価である。

【0014】例えば、磁界解析において、磁束 ϕ を算出しようとする特定の面状の領域において、磁気ベクトルポテンシャルをAとし、特定の面状の領域の輪郭Cの接線方向単位ベクトル i とすれば、磁束 ϕ は、

【0015】

【数1】

… (数1)

※【0017】

【数2】

… (数2)

って、計算処理で定義する特定領域の輪郭線と、実測のために巻くコイルの形状とは一致させることができるのである。また、(数1)や(数2)の計算結果に、実測用のサーチコイルやロゴスキーコイルの巻き数を掛け、時間的に微分値を求めれば、コイルの出力電圧と直接対応付けることもでき、実測値との比較を行う場合にも非常に便利である。

【0020】

【発明の効果】上記実施例によれば、数値解析結果の後処理における、積分値出力要求領域の幾何形状と、数値計算のために領域を細分して定義した要素の幾何形状の間に、何ら相違がなくともよいので、無用な要素分割のやり直しや、数値解析のやり直しをなくすことができ、実質的な計算費用と計算時間が節約できる。

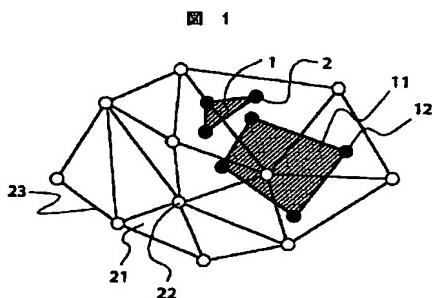
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す要素分割と出力要求範囲を表わす模式図。

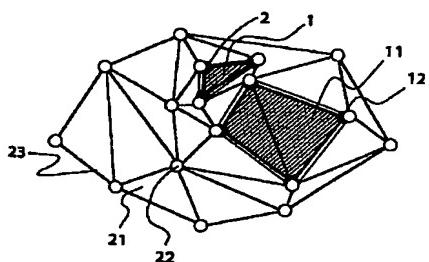
【図2】本発明の実施例を説明する磁界解析と前後処理の流れ図。

【図3】従来の要素分割と出力要求範囲を表わす模式図。

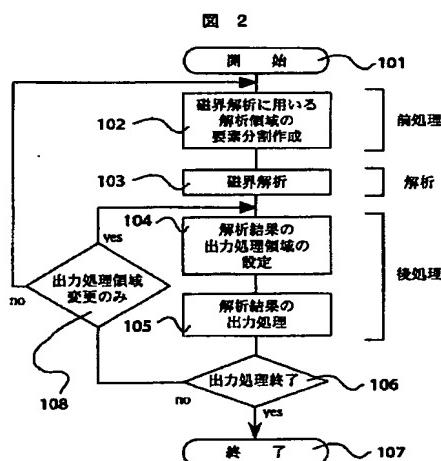
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 身佳

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
式会社日立製作所電力・電機開発本部内